

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

U.S. Appln. 09/777,686 filed Feb. 7, 2001  
Noriaka OSHIMA et al. Atty Docket: Q63063  
OPTICAL RECORDING MEDIUM  
Priority Document 3 of 4

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 3月31日

出願番号

Application Number:

特願2000-101309

出願人

Applicant (s):

東ソー株式会社

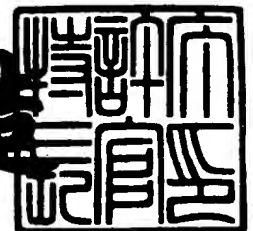
Best Available Copy

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 3月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 PA211-0126

【提出日】 平成12年 3月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 11/10

【発明の名称】 光記録媒体

【請求項の数】 5

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区六角橋 5 - 2 1 - 3 3

    【氏名】 大島 憲昭

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市保土ヶ谷区東川島町 3 4 - 1 7

    【氏名】 西澤 恵一郎

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区六角橋 5 - 2 1 - 3 3

    【氏名】 大野 秀樹

【特許出願人】

    【識別番号】 000003300

    【氏名又は名称】 東ソー株式会社

    【代表者】 田代 圓

    【電話番号】 (03)3505-4471

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 003610

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも記録再生に関与するランドおよびグループ構造を基板上に有し、少なくとも反射層および記録層がこの順に基板上に設けられ、浮上式光学ヘッドにより情報の記録再生を行なう光記録媒体であって、光記録媒体の情報を記録再生する領域における半径上の任意長において、ランドの最大高さから、ランドおよびグループの中心線までの深さを  $R_p$ 、ランドの最大高さから光学ヘッドまでの浮上高さを  $H$  としたとき、 $R_p$  が  $H > R_p \geq 0.1H$  の関係を満足することを特徴とする光記録媒体。

【請求項 2】 任意長が、グループのトラックピッチの 2 ～ 100 倍に相当することを特徴とする請求項 1 に記載の光記録媒体。

【請求項 3】 ランドに情報を記録することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の光記録媒体。

【請求項 4】 ランドおよびグループの両方に情報を記録することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の光記録媒体。

【請求項 5】 記録方法が、近接場記録再生方式であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の光記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は書き換えが可能な光記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

光記録媒体は、大容量・高密度記録が可能な可搬型記録媒体であり、近年のマルチメディア化に伴うコンピュータの大容量保存ファイルとして動画等を記録する書き換え型メディアとして需要が急増しつつある。

【0003】

光記録媒体では、通常、レーザービームを記録再生する場所にトラッキングサ

ーボをするためのグループ（案内溝）が基板に物理的な形状として設けられ、情報（データ）はグループとグループとの間の基板が凸の部分（以下ランドと呼ぶ）に一般に記録される。

## 【 0 0 0 4 】

従って、ランドが大きいほど記録するマーク幅を大きくすることが可能で、再生信号の強度を大きくでき、再生信号品質を向上させる事ができる。

## 【 0 0 0 5 】

しかし、記録の高密度化のためには、グループとグループとの間隔であるトラックピッチを小さくして、記録面積当たりの情報を大きくする必要がある。たとえば、商品化されている3.5インチ径の光磁気記録媒体のトラックピッチは、記録容量が128MBのもので1.6ミクロン、230MBのもので1.4ミクロン、640MBのもので1.1ミクロンと縮小されてきている。

## 【 0 0 0 6 】

一方、記録の密度は、記録再生装置の光源レーザー波長（ $\lambda$ ）と対物レンズの開口数（NA）によって決まるレーザービームスポットサイズ（ $\sim \lambda / \text{NA}$ ）により制限される。

## 【 0 0 0 7 】

例えば、上記した640MB光磁気記録媒体用の記録再生装置の場合、波長：680nm、NA：0.55であり、レーザービームスポットサイズは約1240nmとなる。

## 【 0 0 0 8 】

レーザービームスポットサイズを小さくし高密度化を達成する手段として、光学ヘッドを記録膜に近付けて記録再生する、いわゆる、近接場光記録が注目されている（例えば、アプライド・フィジクス・レター（Appl. Phys. Lett.），vol. 68，p. 141（1996））。

## 【 0 0 0 9 】

この記録方法の一つとして、Solid Immersion Lens（以下「SIL」と略す）ヘッドを使用し、SILを使用した際の実効的な開口数を高めることにより、レーザービームスポットサイズを縮小することにより、超高

記録密度の記録再生が実現できる。

【0010】

例えば、波長：650nm、実効NA：1.4のSILを用いた近接場光記録では、レーザービームスポットサイズは約460nmとなり、先に述べた従来の640MB光磁気記録媒体用の記録再生装置に使用されるレーザービームスポットサイズの約37%となる。

【0011】

この表面記録再生方法では、光学ヘッドを記録媒体に近付ける必要があるために（～100nm）、従来の光記録媒体のように基板を通して記録膜にレーザービームを照射するのではなく、基板を通さずに直接記録膜にレーザービームを照射する方法を用いる。

【0012】

すなわち、光記録媒体の構成が従来のものでは、基板／第1保護膜／記録膜／第2保護膜／反射膜としているのが一般的であるのに対して、近接場光記録に用いる光記録媒体では、基板／反射膜／記録膜／保護膜という逆構成の膜構造とし、保護膜側の表面からレーザービームを照射し、情報の記録再生を行なう。

【0013】

この際、光記録媒体と光学ヘッドとを近づけるために浮上式のスライダーヘッドを利用することが提案されている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

一般に、トラックピッチが光スポットの大きさになると、グループは回折格子の役目を果たし、0次および1次の回折光が重なる領域でトラックずれによる干渉効果が生じ、ビーム・スポットの強度分布が変化するため、トラッキング・エラー信号が検出できる。

【0015】

この信号強度は、対物レンズの開口数NA、トラックピッチおよびレーザー波長 $\lambda$ で決定され、グループ深さが $\lambda/8n$ （ $n$ はレーザーが通過する基板の屈折率）でトラッキング・エラー信号が最大となることが知られている。

## 【0016】

しかしながら、近接場光記録方式の場合、信号は、従来の回折効果に加え、近接に位置する光学ヘッドとディスク最表面とのカップリング効果によって得られるため、光学ヘッドの浮上高さにより大きく変化し、グルーブ深さの設計についても従来の設計では近接場光記録に最適の深さがえられないという問題点を有していた。

## 【0017】

本発明は、記録再生に関与するランドおよびグルーブを有し、浮上式光学ヘッドにより近接場記録再生を行なう際に、最適なトラッキング・エラー信号強度が得られるグルーブ深さを有する表面記録再生型光記録媒体を提供することを目的としている。

## 【0018】

## 【課題を解決するための手段】

本発明者等は上述のような現状に鑑み、鋭意検討を重ねた結果、本発明を完成するに至った。

## 【0019】

すなわち、本発明は、少なくとも記録再生に関与するランドおよびグルーブ構造を基板上に有し、少なくとも反射層および記録層がこの順に基板上に設けられ、浮上式光学ヘッドにより情報の記録再生を行なう光記録媒体であって、光記録媒体の情報を記録再生する領域における半径上の任意長において、ランドの最大高さから、ランドおよびグルーブの中心線までの深さを $R_p$ 、ランドの最大高さから光学ヘッドまでの浮上高さを $H$ としたとき、 $R_p$ が $H > R_p \geq 0.1H$ の関係を満足することを特徴とする光記録媒体に関する。

## 【0020】

以下、本発明を詳細に説明する。

## 【0021】

本発明においては、光記録媒体の情報を記録再生する領域における半径上の任意長において、ランドの最大高さから、ランドおよびグルーブの中心線までの深さを $R_p$ 、ランドの最大高さから光学ヘッドまでの浮上高さを $H$ としたとき、 $R$

$p$  が  $H > R_p \geq 0.1H$  の関係を満足することを特徴としているが、これらの関係を図 1 により説明する。但し、図 1 は、光学ヘッド、ランドおよびグループ等の相対的な大きさを正確に示すものではない。

#### 【 0 0 2 2 】

本発明におけるランドおよびグループの中心線とは、任意長の範囲にあるランドおよびグループの粗さ曲線に対して 1 本の直線を引いたときに、この直線と粗さ曲線で囲まれる面積がこの直線の両側で等しくなるような直線のことをいう。具体的には図 1 において、(A) の面積と (B) の面積とが中心線をはさんで等しいことを意味する。

#### 【 0 0 2 3 】

そして、ランドの最大高さから、この中心線までの深さを  $R_p$  とし、ランドの最大高さから光学ヘッドまでの浮上高さを  $H$  としたとき、 $H > R_p \geq 0.1H$  の関係を満足することが重要である。

#### 【 0 0 2 4 】

本発明において使用可能な、スライダ一部を有する光学ヘッドの例を、図 2 および図 3 に示す。図 2 は、光学ヘッドの断面図であり、スライダ部 1 の面が光記録媒体表面と相対して浮上しながら、SIL 等の光学レンズ 2 により情報の記録再生を行う。また、図 3 は、この光学ヘッドをスライダ部から見た図である。

#### 【 0 0 2 5 】

浮上式光学ヘッドが、ランドに接触しないようにするため、安定的なトラッキング信号を得るため、更に、ランドの形状不良やランド上の異物の存在による影響を避けるため、 $R_p$  と  $H$  との関係は、好ましくは、 $0.8H \geq R_p \geq 0.1H$ 、更に好ましくは、 $0.5H \geq R_p \geq 0.1H$  である。

#### 【 0 0 2 6 】

なお、ランドおよびグループの中心線やランドの最大高さは、光記録媒体の情報を記録再生する領域における半径上の任意長において決定する。この任意長は、グループのトラックピッチによっても異なるが、トラックピッチの 2 ～ 100 倍、好ましくは、10 ～ 50 倍に相当する長さとすることにより、光記録媒体の

ランドおよびグループの状態がR<sub>p</sub>等に反映される。また、この任意長は、光記録媒体の記録再生領域の半径上であれば任意の場所に設定してよい。

【0027】

ランドおよびグループの中心線やランドの最大高さは、光記録媒体の断面形状の任意長部分を2000～4000倍の走査型電子顕微鏡（SEM）により測定したり、原子間力顕微鏡（AFM）により測定することができる。また、光学ヘッドの浮上高さは、光記録媒体を回転させ、実際に光学ヘッドを浮上させて、その浮上量を測定すればよい。

【0028】

本発明の光記録媒体の基板材料としては、上記ランドおよびグループ構造を形成可能なものであれば、何ら限定されない。このような基板材料としては、樹脂、ガラスあるいは平坦な金属板を例示することができる。更に、この基板には、情報の記録位置等を示すフォーマット情報よりなるヘッダ部を形成してもよい。このヘッダ部は、ランドおよびグループ構造を形成するときと同時に基板上に形成してもよく、ランドおよびグループ構造を基板上に形成後、別途設けてもよい。

【0029】

基板材料として樹脂を使用する場合、樹脂としては、機械特性、転写性等の光ディスク基板の特性を満たす熱可塑性樹脂であれば、特に限定されず、例えば、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、アモルファスポリオレフィン等の透明プラスチックから、ポリフェニレンサルファイド、ポリアリレート、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン等のいわゆるスーパーエンジニアリングプラスチックを使用することができる。これらの樹脂を型（スタンプ）を用いて射出成形することにより、ランドおよびグループ構造を有する光記録媒体用の基板を製造することができる。

【0030】

また、基板材料としてガラスあるいは平坦な金属板上を使用する場合、これらの基材上にフォトリソ等によりランド／グループ構造を製造する、いわゆる2P法により、ランドおよびグループ構造を有する光記録媒体用の基板を製造す



ることができる。

【 0 0 3 1 】

本発明の光記録媒体の反射層としては、反射率の高い金属膜を使用することができ、例えば、Au、Ag等の貴金属やこれらの貴金属を含む合金が好ましい。

【 0 0 3 2 】

本発明の光記録媒体における記録方式としては、TbFeCo、DyFeCo、GdTbFeCo、NdDyFeCo等の記録膜からなる光磁気記録方式、あるいはGeSbTe、AgInSbTe等の記録膜からなる相変化記録方式など偏光面、反射率、光の位相などの変化で記録が可能な記録方式であればなんら限定されない。

【 0 0 3 3 】

また、情報の記録場所としては、ランド部分のみに記録してもよく、ランド部分とグルーブ部分の両方にそれぞれ記録してもよい。

【 0 0 3 4 】

本発明の光記録媒体においては、情報の記録読み出しに浮上型光学ヘッドを使用することから、媒体の最表面には潤滑層を形成することが好ましい。

【 0 0 3 5 】

潤滑層としては、シリコンオイル、あるいはフルオロポリエーテル系のフッ素オイル等、潤滑性を示すものであれば使用できるが、特にパーフルオロポリエーテル及びパーフルオロポリエーテル誘導体が望ましい。

【 0 0 3 6 】

パーフルオロポリエーテル誘導体としては、アルコール変性パーフルオロポリエーテル、エステル変性パーフルオロポリエーテル、イソシアネート変性パーフルオロポリエーテル、カルボキシル基変性パーフルオロポリエーテル、ピペロニル変性パーフルオロポリエーテル等が挙げられる。

【 0 0 3 7 】

潤滑層を設ける場合の膜厚としては、0.3～4.0nmが好ましい。0.3nm未満では潤滑層の保護性能が足りなくなり薄膜に傷がはいりやすくなる場合があり、4.0nmをこえると、スライダーヘッドがディスクに張り付いてクラ

ツシュする場合がある。

【 0 0 3 8 】

本発明の光記録媒体を光磁気記録方式を用いた近接場光記録ディスクに適用する場合は、基板上に少なくとも反射層、第1保護層、光磁気記録層、第2保護層、ダイヤモンド状カーボン（DLC）層、潤滑層を積層してなることが好ましい。

【 0 0 3 9 】

具体的には射出成形して得られた基板の上に、反射層として、Al、Cr、Cu、Ag、Auおよびこれらの合金等からなる、レーザー光を反射する層をスパッタ法又は真空蒸着法等で形成し、第1保護層としてAlN、SiN、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、ZnS-SiO<sub>2</sub>等の透明な誘電体膜をスパッタ法又は真空蒸着法等で形成する。この第1保護層上にTbFeCo、DyFeCo、GdTbFeCo、NdDyFeCo等の光磁気記録膜からなる記録層をスパッタ法又は真空蒸着法等で形成する。さらにこの記録層上に第2保護層としてAlN、SiN、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、ZnS-SiO<sub>2</sub>等をスパッタ法又は真空蒸着法等で形成し、その上にDLC膜をスパッタ法などで形成する。さらにこの上に、潤滑層をディップ引き上げ法等の方法で形成することにより光記録媒体を製造する。

【 0 0 4 0 】

第1保護層は、記録層を保護できる程度の膜厚があれば良く、10～100nmの膜厚が好ましい。記録層は光が第1保護層まで透過しない程度の膜厚が必要で30～200nmの膜厚が好ましい。第2保護層は記録層を保護する役割のほかに記録層への光吸収効率を制御したり、記録前後の反射光の変化量やカー回転角を大きくする役割も有する。このため、第2保護層の膜厚は使用するレーザー波長などを考慮して設計し、20～300nmが好ましい。

【 0 0 4 1 】

本発明においては、ディスクの片面、両面に関して何ら限定されず、両面ディスクにおいては、上記ランドおよびグルーブ構造を基板の両面に設けた基板に、積層膜を片面ずつ積層しても良いし、両面同時に積層してもなんら問題はない。

【 0 0 4 2 】

## 【実施例】

以下、本発明を実施例に基づき更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

【 0 0 4 3 】

実施例 1 ～ 4 及び比較例 1 および 2

以下に記すようにして、近接場光記録用の光磁気記録媒体を製造した。すなわち、ガラス基板上に形成された厚さ 110 nm のポジ型フォトレジストに UV マスタリング装置を用いて、表 1 に示すトラックピッチおよびグループ深さを有する原盤を製造し、この原盤より Ni スタンパを製造した。グループ深さはマスタリング時の露光パワーを制御することにより形成した。

【 0 0 4 4 】

これらのスタンパにより射出成型によりポリカーボネート製の直径 130 mm のディスク状の基板を製造し、基板のランドおよびグループ形成面に Al 合金膜（膜厚 50 nm）、SiN 第 1 保護層（10 nm）、 $Tb_{20}(Fe_{90}Co_{10})_{80}$  からなる光磁気記録層（膜厚 20 nm）、SiN 第 2 保護層（30 nm）、DLC 層（膜厚 20 nm）をスパッタリング法により順次形成した。次に、浮上ヘッドの潤滑層としてパーフルオロポリエーテルをディップ法により 0.5 nm 形成した。

【 0 0 4 5 】

このようにして得られた光記録媒体の記録再生領域である半径 30 mm、45 mm および 60 mm の位置において、トラックピッチの 20 倍に相当する、半径方向 9  $\mu$  m の長さの範囲において  $R_p$  を AFM で測定したところ、各測定点において、表 1 に示す値を示した。

【0046】

【表1】

|      | トラック<br>ピッチ<br>(nm) | グ ル ー<br>プ 深 さ<br>(nm) | R p (nm) |
|------|---------------------|------------------------|----------|
| 実施例1 | 450                 | 95                     | 43       |
| 実施例2 | 450                 | 70                     | 32       |
| 実施例3 | 450                 | 40                     | 17       |
| 実施例4 | 450                 | 20                     | 8        |
| 比較例1 | 450                 | 110                    | 51       |
| 比較例2 | 450                 | 5                      | 2.5      |

【0047】

以上のようにして得られた光磁気記録媒体をグライドテスターにセットして、線速度7.5m/sで回転させながら、ピエゾ素子のついたグライドヘッド（グライドライト社製：70%スライダー、0.012"×6.0gr、スライダー部：0.305×2.84mm）を半径27.0～62.0mmの範囲で移動させた。このグライドヘッドの浮上量は線速7.5m/sにおいて0.05μm（50nm）であった。

【0048】

グライドヘッドを移動させた際にピエゾ素子に誘起される電圧をオシロスコープにより観察した。この際、800mVを越える電圧値を記録媒体との接触（ヒット）と判断しカウントした。

【0049】

以上の測定を比較例1、実施例1～4の光磁気記録媒体それぞれ10枚づつに行い、ヒット数を計測した。その結果の10枚の平均値を表2に示す。

【0050】

中心線の深さRpが、浮上高さHを超える51nmであるグループ深さ110nmの比較例1では、肉眼で確認できる傷が媒体の全周にわたってすじ状に発生し、ヒット数も極めて多くカウントされた。

【0051】

中心線の深さRpが浮上高さH以下の43nmである実施例1では、比較例1

に比べるとすじ状の傷も短く程度の軽いものであり、ヒット数も減少しており、ヘッドの浮上特性が確保された。

【 0 0 5 2 】

中心線の深さ  $R_p$  が浮上高さ  $H$  の 0.64 倍である実施例 2、0.34 倍の実施例 3 および 0.16 倍の実施例 4 では、媒体に傷は認められず、良好な浮上特性を示した。

【 0 0 5 3 】

また、中心線の深さ  $R_p$  が浮上高さ  $H$  の 0.05 倍である比較例 2 においても媒体に傷は認められず、良好な浮上性を示した。

【 0 0 5 4 】

次に、グライドテスターによって浮上特性が確認された実施例 1～4 および比較例 2 の光磁気記録媒体それぞれ 5 枚づつに対して、レーザー波長が 680 nm で実効的な  $NA$  が 1.2 の SIL ヘッドの光学系の記録再生評価機により、記録再生特性を評価した。

【 0 0 5 5 】

その結果の 5 枚の平均値を表 2 に示す。

【 0 0 5 6 】

【表 2】

|       | ヒット数 | 傷  | CNR (dB) |
|-------|------|----|----------|
| 実施例 1 | 8    | 軽微 | 32.0     |
| 実施例 2 | 3    | なし | 45.1     |
| 実施例 3 | 1    | なし | 47.2     |
| 実施例 4 | 0    | なし | 48.5     |
| 比較例 1 | 286  | 多数 |          |
| 比較例 2 | 4    | なし | 測定不能     |

【 0 0 5 7 】

実施例 1 ではキャリア対ノイズ比 (CNR) が低いですが、実施例 2、3、4 においては良好な CNR が得られた。一方、比較例 2 のディスクは SIL ヘッドのトラッキングがはずれ、記録再生特性が測定できなかった。

【 0 0 5 8 】

## 【発明の効果】

本発明の光記録媒体によれば、記録再生に関与するランドおよびグループを有し、浮上式光学ヘッドにより近接場記録再生を行なう際に、最適なトラッキング・エラー信号強度が得られるグループ深さを有する表面記録再生型光記録媒体を提供することができた。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明における、ランドおよびグループの中心線、ランドの最大高さ、 $R_p$  および光学ヘッドの浮上量との関係を模式的に表した図である。

【図 2】 本発明に使用可能な光学ヘッドの断面図の一例を示す図である。

【図 3】 本発明に使用可能な光学ヘッドをスライダー部から見た図を示す。

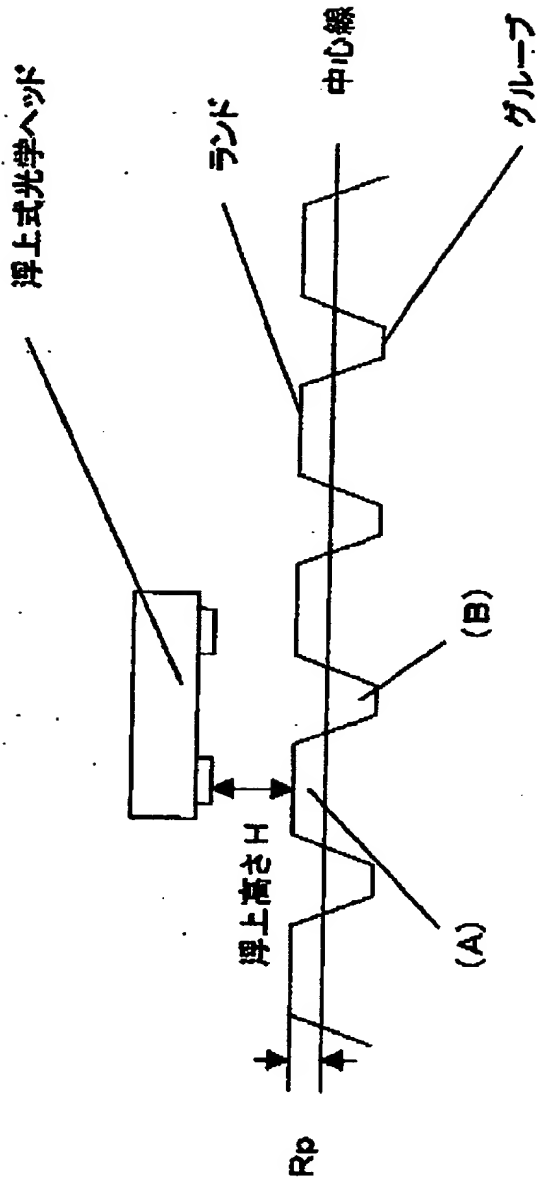
## 【符号の説明】

1 : スライダー部

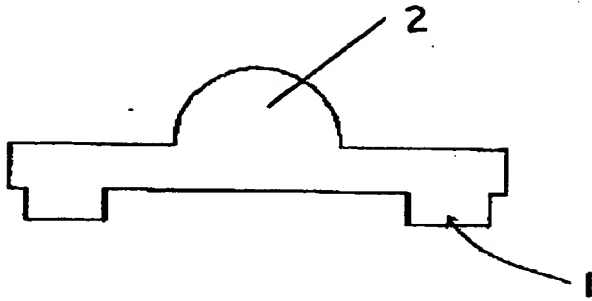
2 : 光学レンズ

【書類名】 図面

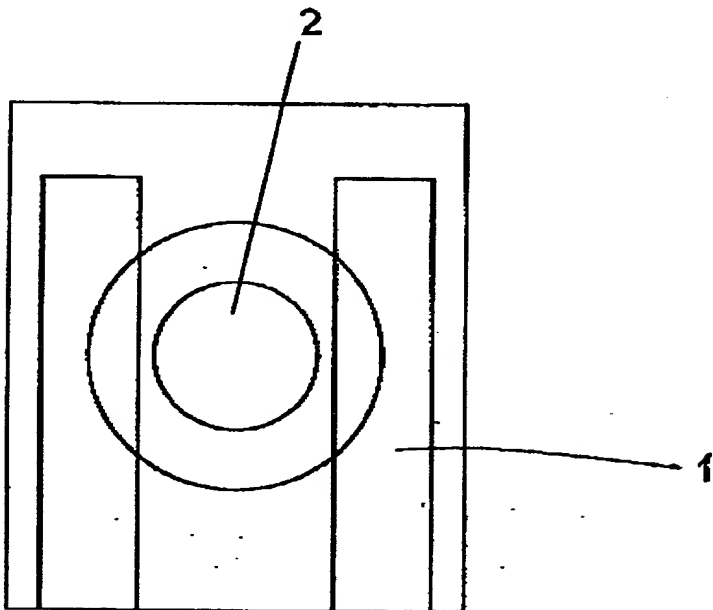
【図1】



【図2】



【図3】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 近接場光記録に最適なグループ深さを有する光記録媒体を提供する

。

【解決手段】 少なくとも記録再生に関与するランドおよびグループ構造を基板上に有し、少なくとも反射層および記録層がこの順に基板上に設けられ、浮上式光学ヘッドにより情報の記録再生を行なう光記録媒体であって、光記録媒体の情報を記録再生する領域における半径上の  $10\ \mu\text{m}$  程度の任意長の範囲において、ランドの最大高さから、ランドおよびグループの中心線までの深さを  $R_p$ 、ランドの最大高さから光学ヘッドまでの浮上高さを  $H$  としたとき、 $R_p$  が  $H > R_p \geq 0.1H$ 、好ましくは  $0.8H \geq R_p \geq 0.1H$  の関係を満足する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003300]

1. 変更年月日 1990年12月 2日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 山口県新南陽市開成町4560番地  
氏 名 東ソー株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**